



2

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 23 OCT. 2003

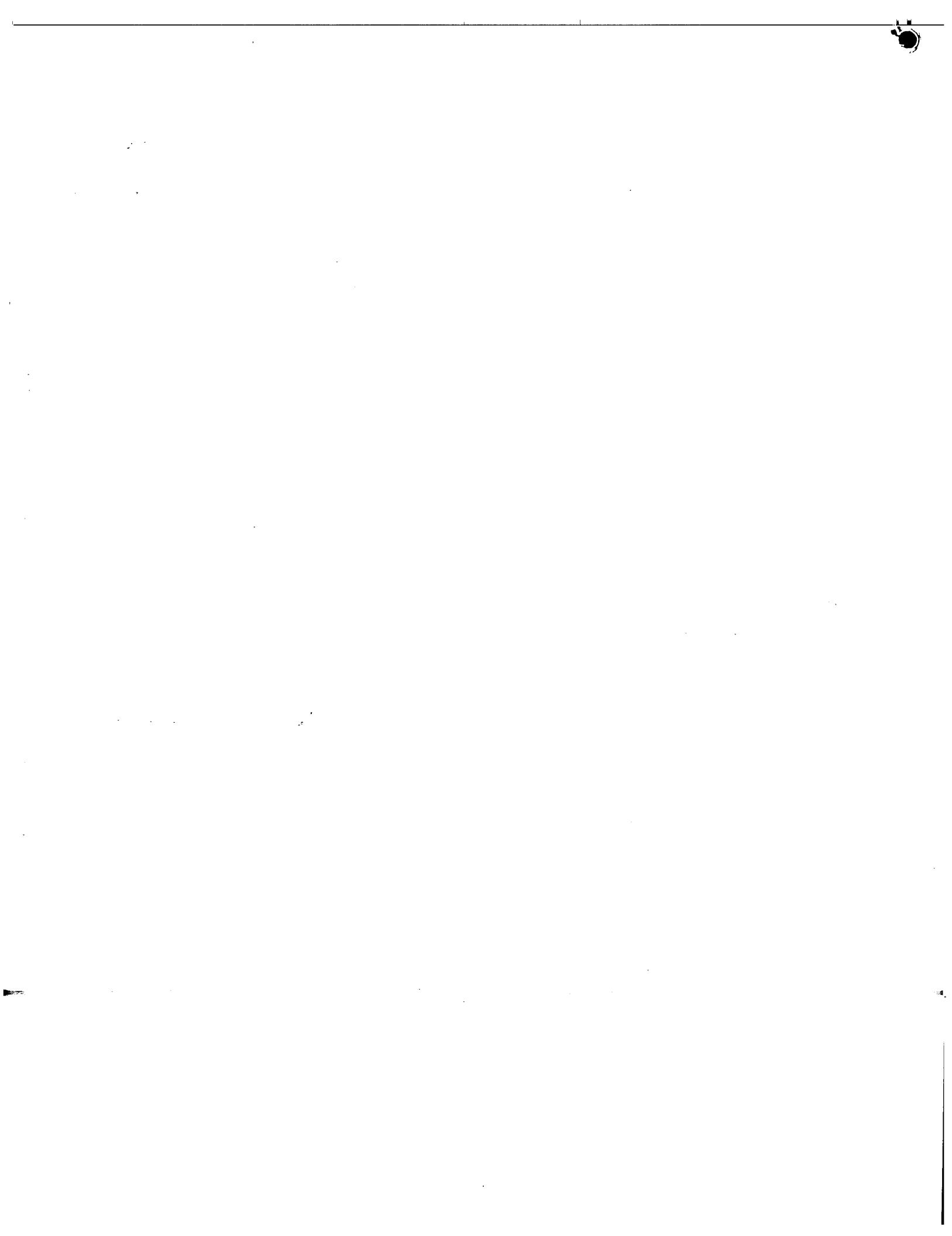
Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Martine PLANCHE'.

Martine PLANCHE

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIETE
INDUSTRIELLE

SIEGE
26 bis, rue de Saint Petersbourg
75800 PARIS cedex 08
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23
www.inpi.fr



BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



REQUÊTE EN DÉLIVRANCE page 1/2

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DU 540 e W / 210502

Réervé à l'INPI			
REMISE DES PIÈCES		1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE	
DATE	27 NOV 2002	À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE	
LIEU	75 INPI PARIS	BREVATOMÉ	
N° D'ENREGISTREMENT	0214882	3, rue du Docteur Lancereux	
NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI		75008 PARIS	
DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE		422-5 S/002	
PAR L'INPI			
Vos références pour ce dossier <i>(facultatif)</i> B14220.3/PR DD 2400			
Confirmation d'un dépôt par télécopie		<input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie	
2 NATURE DE LA DEMANDE		Cochez l'une des 4 cases suivantes	
Demande de brevet		<input checked="" type="checkbox"/>	
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>	
Demande divisionnaire		<input type="checkbox"/>	
Demande de brevet initiale ou demande de certificat d'utilité initiale		N°	Date
		N°	Date
Transformation d'une demande de brevet européen <i>Demande de brevet initiale</i>		N°	Date
3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)			
DETECTEUR DE PARTICULES ET PROCEDE DE DETECTION DE PARTICULES ASSOCIE.			
4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE		Pays ou organisation Date <input type="text"/> N° Pays ou organisation Date <input type="text"/> N° Pays ou organisation Date <input type="text"/> N° <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
5 DEMANDEUR (Cochez l'une des 2 cases)		<input checked="" type="checkbox"/> Personne morale	<input type="checkbox"/> Personne physique
Nom ou dénomination sociale		COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE	
Prénoms			
Forme juridique		Etablissement de caractère Scientifique, Technique et Industriel	
N° SIREN		<input type="text"/>	
Code APE-NAF		<input type="text"/>	
Domicile ou siège	Rue	31-33 rue de la Fédération	
	Code postal et ville	75152 PARIS 15ème	
	Pays	FRANCE	
Nationalité		FRANÇAISE	
N° de téléphone <i>(facultatif)</i>		N° de télécopie <i>(facultatif)</i> 0	

**BREVET D'INVENTION
CERTIFICAT D'UTILITÉ**

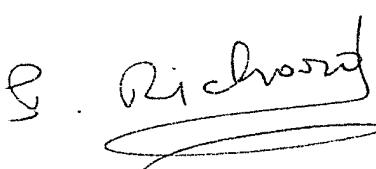
REQUÊTE EN DÉLIVRANCE

page 2/2

BR2

REMISE DES PIÈCES		Réervé à l'INPI
DATE		
LIEU	27 NOV 2002	
75 INPI PARIS		
N° D'ENREGISTREMENT	0214882	
NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI		

DB 540 W / 210502

6 MANDATAIRE (s'il y a lieu)			
Nom		RICHARD	
Prénom		Patrick	
Cabinet ou Société		BREVATOMÉ 422.5/S002	
N °de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel		7068 du 12.06.98	
Adresse	Rue	3, rue du Docteur Lancereaux	
	Code postal et ville	[7 5 10 0 8] PARIS	
	Pays	FRANCE	
Nº de téléphone (facultatif)		01 53 83 94 00	
Nº de télécopie (facultatif)		01 45 63 83 33	
Adresse électronique (facultatif)		brevets.patents@brevalex.com	
7 INVENTEUR (S)		Les inventeurs sont nécessairement des personnes physiques	
Les demandeurs et les inventeurs sont les mêmes personnes		<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non : Dans ce cas remplir le formulaire de Désignation d'inventeur(s)	
8 RAPPORT DE RECHERCHE		Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)	
Établissement immédiat ou établissement différé		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Paiement échelonné de la redevance. (en deux versements)		Uniquement pour les personnes physiques effectuant elles-mêmes leur propre dépôt	
<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non			
9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES		Uniquement pour les personnes physiques	
		<input type="checkbox"/> Requise pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Obtenue antérieurement à ce dépôt pour cette invention (joindre une copie de la décision d'admission à l'assistance gratuite ou indiquer sa référence) : AG <input type="checkbox"/> []	
10 SÉQUENCES DE NUCLEOTIDES ET/OU D'ACIDES AMINÉS		<input type="checkbox"/> Cochez la case si la description contient une liste de séquences	
Le support électronique de données est joint		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
La déclaration de conformité de la liste de séquences sur support papier avec le support électronique de données est jointe		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes			
11 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)		 P. RICHARD	
		VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI	

**DETECTEUR DE PARTICULES ET PROCEDE DE DETECTION DE
PARTICULES ASSOCIE**

Domaine technique et art antérieur

5 L'invention concerne un détecteur de particules qui délivre une information de comptage relative à un nombre de particules détectées ainsi qu'un dispositif de comptage de particules comprenant une pluralité de détecteurs de particules.

10 L'invention concerne également un procédé de lecture de matrice de détecteurs de particules selon l'invention.

L'invention s'applique, entre autres, dans le domaine de la radiologie (radiographie, radioscopie).

15 Les particules détectées sont alors des rayons X.

Les détecteurs de rayons X comprennent un élément qui absorbe les rayons X et transforme ces derniers en impulsions électriques. Dans les détecteurs matriciels en comptage, ces impulsions électriques sont traitées (amplifiées, filtrées,...), puis transmises à un comparateur qui délivre une impulsion électrique numérique pour chaque particule détectée. La figure 1 représente un détecteur de particules selon l'art connu et la figure 2 représente un dispositif de comptage de particules comprenant une pluralité de détecteurs de particules selon l'art connu.

Le détecteur de particules, également appelé « pixel détecteur », représenté en figure 1 comprend un élément 1 qui absorbe les particules, un circuit de traitement 2, un comparateur 3 et un compteur 4. L'élément 1 comprend une ou plusieurs couches de

détection qui absorbent les particules P, par exemple des rayons X, et transforment celles-ci en impulsions électriques. L'élément 1 peut être, par exemple, un élément semi-conducteur, un gaz, un scintillateur
5 associé à un semi-conducteur, etc. Le circuit de traitement 2 traite les impulsions électriques (amplification, filtrage, etc.) et le comparateur 3 compare chaque impulsion électrique issue du circuit de traitement 2 à une tension de seuil Vs. Le comparateur
10 3 délivre ainsi une impulsion électrique numérique à partir de l'impulsion électrique issue du circuit de traitement 2. Les impulsions électriques numériques incrémentent le compteur 4. A la fin de l'irradiation, le compteur 4 contient une information représentative
15 du nombre N de particules détectées.

La figure 2 représente un dispositif de comptage de particules comprenant une pluralité de détecteurs de particules selon l'art connu. Le dispositif de comptage est agencé sous forme
20 matricielle (lignes et colonnes de détecteurs). Un registre 5 à décalage d'adressage de lignes commande, ligne par ligne, la lecture des compteurs 4. Les informations de comptage délivrées par le compteur 4 sont transmises, colonne par colonne, à un multiplexeur
25 de colonne 6.

Pour chaque particule détectée dans l'élément semi-conducteur 1, le compteur 4 du détecteur de particules doit être incrémenté de 1. Ne pas incrémenter le compteur revient à ne pas utiliser la particule détectée et, partant, à dégrader la statistique et la qualité de l'image réalisée. Pour
30

maintenir la qualité de l'image, il faut alors augmenter la dose délivrée au patient, ce qui n'est pas souhaitable.

De même, incrémenter simultanément les 5 compteurs de deux pixels détecteurs voisins lorsqu'une seule particule est absorbée, revient à «inventer» une particule. En terme de qualité d'image, c'est tout aussi dommageable que de ne pas compter la particule.

Lorsqu'une particule est absorbée en un lieu 10 proche de la frontière entre deux pixels détecteurs voisins, les charges délivrées peuvent se répartir dans les couches d'absorption des deux pixels voisins, principalement à cause de phénomènes de diffusion. Deux 15 particules sont comptées alors qu'une seule devrait l'être. Ce problème se pose d'autant plus que les dimensions des pixels détecteurs sont petites, ce qui est le cas, par exemple, en mammographie. L'évolution 20 des technologies conduisant à une miniaturisation des circuits, ce problème est destiné à se rencontrer de plus en plus souvent dans d'autres applications.

Une solution connue, qui fonctionne bien avec des sources de rayonnement synchrotron et avec des couches de détection en silicium ou en arséniure de gallium, consiste à régler le seuil du comparateur 3 au 25 plus près d'une amplitude égale à la moitié de l'amplitude de l'impulsion électrique que génère la particule détectée. Dans ce cas, seul le pixel détecteur qui a collecté plus de la moitié des charges 30 compte la particule. Cette solution résout de nombreux cas. Il reste cependant le problème des particules détectées très près de la frontière entre deux pixels

voisins et le problème des dispersions de réglage.

Un autre inconvénient de cette solution consiste en ce qu'elle ne s'applique pas au domaine de la radiologie classique, et ceci pour deux raisons.

- 5 Tout d'abord, les tubes générateurs de rayons X émettent un spectre continu d'énergie. Le rapport entre l'énergie maximale émise et l'énergie minimale émise est typiquement de 2 à 3. Cela n'a donc pas de sens de définir une amplitude moitié d'un photon « standard ».
- 10 Ensuite, les matériaux détecteurs peuvent être des semi-conducteurs de qualité moindre que le silicium ou l'arséniure de gallium, tels que, par exemple, Se, CdTe, PbO, PbI₂, HgI₂, TlBr. Dans ces matériaux, les propriétés de transport des charges électroniques sont médiocres et la charge finalement lue dépend de la profondeur d'absorption du photon X dans la couche. Cette profondeur peut varier de façon importante et aléatoire d'un photon absorbé à l'autre. Dans ce cas également, cela n'a pas de sens de définir une amplitude moitié de l'amplitude d'un photon détecté.
- 15 20

L'invention ne présente pas ces inconvénients.

Exposé de l'invention

- En effet, l'invention concerne un détecteur de particules comprenant des moyens pour délivrer une première impulsion électrique à partir d'une particule détectée et des moyens de comptage de premières impulsions électriques ainsi délivrées. Le détecteur comprend :
- 25
- 30 - des moyens pour créer, à partir d'une particule détectée, une deuxième impulsion électrique

constituant un signal d'inhibition de détection transmis à au moins un détecteur voisin pour empêcher que le détecteur voisin ne détecte la particule détectée qui correspond à la première
5 impulsions électrique délivrée, et

- des moyens permettant d' inhiber la détection de particules sous l'action d'un signal d'inhibition provenant d'au moins un détecteur voisin.

Selon une caractéristique supplémentaire de
10 l'invention, les moyens pour inhiber la détection de particules comprennent :

- un premier interrupteur monté en amont des moyens de comptage, et
- un circuit de commande qui délivre un signal de commande du premier interrupteur en fonction de signaux d'inhibition provenant de détecteurs voisins.
15

Selon encore une caractéristique supplémentaire de l'invention, le circuit de commande est une porte logique « NON OU » où « OU » sur les entrées de laquelle sont appliquées les signaux d'inhibition provenant de détecteurs voisins.
20

Selon encore une caractéristique supplémentaire, le détecteur comprend :

- des moyens pour empêcher la transmission du signal d'inhibition vers le détecteur voisin si la première impulsion électrique délivrée correspond à une énergie pré-déterminée, et
25
- des moyens pour interdire le comptage de la première impulsion électrique délivrée qui correspond à l'énergie pré-déterminée, sous l'action d'un signal
30

d'inhibition issu d'un détecteur voisin et reçu dans une fenêtre temporelle de durée prédéterminée débutant avec la détection de la première impulsion électrique.

5 Selon encore une caractéristique supplémentaire, les moyens pour empêcher la transmission du signal d'inhibition vers le détecteur voisin comprennent :

- un deuxième interrupteur qui reçoit sur une première 10 borne la deuxième impulsion électrique et dont une deuxième borne est reliée à au moins une entrée d'au moins un circuit de commande d'un détecteur voisin, et
- un circuit d'évaluation de l'énergie prédéterminée 15 dont le signal de sortie constitue un signal de commande du deuxième interrupteur, les moyens pour interdire le comptage de la première impulsion électrique délivrée (Va) comprenant des moyens de retard placés en amont du premier 20 interrupteur.

Selon encore une caractéristique supplémentaire de l'invention, l'énergie prédéterminée est une énergie de photon de fluorescence.

Selon encore une caractéristique supplémentaire 25 de l'invention, la deuxième impulsion électrique a une durée supérieure à la durée de la première impulsion électrique.

L'invention concerne également un dispositif de comptage de particules comprenant une pluralité de 30 détecteurs particules selon l'invention.

Selon une caractéristique supplémentaire du dispositif de comptage, les détecteurs de particules sont agencés sous forme de matrice de détecteurs.

5 Selon encore une caractéristique supplémentaire, les détecteurs voisins d'un détecteur Dij situé à l'intersection de la ligne de rang i et de la colonne de rang j de la matrice de détecteurs sont les détecteurs Di(j-1), Di(j+1), D(i-1)j, D((i+1)j).

10 L'invention concerne également un procédé de lecture de matrice de détecteurs de particules, caractérisé en ce qu'il comprend, lorsqu'un premier détecteur détecte une particule, une étape d'inhibition d'au moins un deuxième détecteur de particules voisin du premier détecteur de particules.

15 Selon une caractéristique supplémentaire, le procédé de lecture comprend une étape pour évaluer si une première impulsion électrique (Va) délivrée par le premier détecteur de particules a une énergie prédéterminée et, si oui, pour ne pas mettre en œuvre 20 l'étape d'inhibition et ne pas compter la première impulsion électrique délivrée (Va) si le deuxième détecteur de particules détecte une particule dans une fenêtre temporelle de durée prédéterminée débutant avec la détection de la première particule par le premier 25 détecteur.

Selon une caractéristique supplémentaire, l'énergie prédéterminée est une énergie de photon de fluorescence.

30 Brève description des figures

D'autres caractéristiques et avantages de

l'invention apparaîtront à la lecture d'un mode de réalisation préférentiel fait en référence aux figures jointes, parmi lesquelles :

- la figure 1 représente un détecteur de particules qui délivre une information de comptage relative à un nombre de particules détectées selon l'art connu ;
- la figure 2 représente un dispositif de comptage de particules comprenant une pluralité de détecteurs de particules selon l'art connu ;
- la figure 3 représente un détecteur de particules selon l'invention ;
- les figures 4A, 4B, 4C représentent un exemple de signaux présents dans un détecteur de particules pour la mise en œuvre de l'invention ;
- la figure 5 représente un perfectionnement du détecteur de particules représenté en figure 3.

Sur toutes les figures, les mêmes repères désignent les mêmes éléments.

20

Description détaillée de modes de mise en œuvre de l'invention

La figure 3 représente un détecteur de particules selon l'invention. En plus des éléments représentés en figure 1, le détecteur de particules comprend des moyens 7a et 7b pour former, respectivement, une première impulsion Va et une deuxième impulsion Vb à partir de l'impulsion électrique VE délivrée par le comparateur 3, un interrupteur 8 et un circuit de commande 9.

L'interrupteur 8 est placé en amont du compteur

4, entre la sortie du circuit 7a et l'entrée du compteur 4. La sortie du circuit de commande 9 délivre le signal de commande de l'interrupteur 8.

La première impulsion Va constitue un signal destiné à être compté par le compteur 4. La deuxième impulsion Vb constitue un signal d'inhibition de comptage transmis à un ou plusieurs détecteurs voisins. Les impulsions Va et Vb, formées à partir de l'impulsion électrique VE, ont des durées prédéterminées respectives Ta et Tb. Les impulsions VE, Va et Vb sont représentés, à titre d'exemple, sur les figures respectives 4A, 4B et 4C.

Le signal Va qui représente l'impulsion détectée est destiné à incrémenter le compteur 4. La durée Ta du signal Va est choisie relativement brève, tout en permettant que le signal Va soit pris en compte correctement par le compteur 4 (la durée Ta peut ainsi, par exemple, être égale à 5ns). Le signal Vb constitue un signal « fenêtre » destiné à inhiber la détection des pixels voisins afin d'empêcher ces derniers de détecter la particule qui est détectée par l'impulsion électrique Va. A cette fin, la durée Tb de l'impulsion d'inhibition formée dans un pixel détecteur donné est supérieure à la durée Ta des impulsions de détection formées dans les pixels détecteurs voisins. La durée Tb est ainsi telle que :

$$Tb \geq Tr + Ta + Td, \text{ où}$$

- Ta est la durée de l'impulsion Va du ou des pixel(s) voisin(s) ;
- 30 - Tr est le retard estimé maximum que peut avoir la détection d'un pixel voisin lorsqu'il détecte une

fraction des charges correspondant à la même particule ;

- T_d est un facteur de sécurité prenant en compte les dispersions technologiques des détecteurs de 5 particules.

Bien que relativement « longue », la durée T_b 10 est choisie suffisamment « courte » pour que les pixels voisins soient remis le plus rapidement possible en état de comptage de nouvelles particules. Pour un pixel dont la durée T_a est égale à 5ns (cf. ci-dessus), la durée T_b peut alors être égale, par exemple, à 20ns.

Le signal T_b est transmis aux détecteurs voisins, c'est-à-dire, par exemple, aux détecteurs situés sur les quatre côtés d'un détecteur 15 (respectivement en haut, en bas, à droite et à gauche du détecteur dans le cas de détecteurs regroupés sous forme de matrice). Il est également possible de définir tout autre voisinage, incluant, en particulier, les pixels dans les directions obliques.

De même qu'un pixel détecteur envoie le signal d'inhibition T_b vers p détecteurs voisins (par exemple $p=4$), de même, il reçoit p signaux d'inhibition en provenance de ces mêmes p détecteurs voisins. Les p signaux d'inhibition provenant des détecteurs voisins 25 constituent les signaux d'entrée du circuit de commande 9 dont le signal de sortie commande l'interrupteur 8. Ainsi, dès qu'un détecteur voisin détecte une particule, l'interrupteur 8 s'ouvre, empêchant tout comptage du compteur 4.

30 Le circuit de commande 9 de l'interrupteur 8 est alors une porte « NON OU » (cas de la figure 3)

lorsque l'interrupteur est passant quand il est piloté par un niveau logique 1. Dans le cas où c'est un niveau logique 0 qui rend passant l'interrupteur 8, le circuit de commande 9 est une porte « OU ».

5 La figure 5 représente un perfectionnement du détecteur de particules représenté en figure 3.

Le détecteur selon le perfectionnement de la figure 5 permet de résoudre le problème de la détection de particules (rayons X) lié à l'existence de 10 particules parasites d'énergie pré-déterminée comme, par exemple, les photons de fluorescence.

Les photons de fluorescence sont générés dans la couche d'absorption où les photons X sont détectés. En fait, un photon X initial interagit avec un atome de 15 la couche d'absorption en un premier endroit, où il dépose une partie de son énergie. De façon quasi instantanée, l'atome émet ensuite un photon de désexcitation, dit photon de fluorescence, qui peut soit s'échapper de la couche d'absorption (et donc être perdu), soit être absorbé en un deuxième endroit, un peu plus loin dans la couche d'absorption.

Si le photon de fluorescence s'échappe, il n'est avantageusement pas détecté. Il suffit de faire en sorte que l'énergie déposée au premier endroit soit suffisante pour déclencher un comptage.

Si le photon de fluorescence est réabsorbé dans le même pixel détecteur, ce n'est pas un inconvénient puisque les charges déposées aux deux endroits sont finalement cumulées dans le même amplificateur de 30 lecture.

Par contre, si le photon de fluorescence est absorbé dans la couche absorbante d'un pixel détecteur voisin, un risque de double détection peut alors apparaître. Le détecteur selon l'invention décrit 5 précédemment retient le pixel qui détecte en premier et, partant, qui inhibe son voisin. Le plus souvent, le pixel détecteur le plus rapide est celui qui capte le plus d'énergie. Or, un photon de fluorescence a souvent une énergie plus élevée que celle qui est déposée par 10 le photon initial. Le détecteur décrit ci-dessus retient donc plus souvent le point d'absorption du photon de fluorescence. C'est un moindre mal par rapport à un double comptage, mais c'est une erreur sur la localisation du photon détecté et la résolution 15 spatiale du capteur s'en trouve dégradée.

Le perfectionnement de l'invention, décrit ci-dessous, permet avantageusement de choisir comme photon détecté le photon initial. Un détecteur selon le perfectionnement de l'invention est décrit en figure 5.

En plus des éléments décrits en figure 3, le détecteur selon le perfectionnement de l'invention comprend un deuxième interrupteur 11, un circuit d'évaluation 10 et un circuit de retard 12. Le deuxième interrupteur 11 est placé sur la sortie qui délivre le 20 signal d'inhibition V_b. Le circuit d'évaluation 10 reçoit sur son entrée le signal délivré par le circuit de traitement 2 alors que le signal qu'il délivre comprend un signal de commande de l'interrupteur 11. Le circuit de retard 12 est placé entre la sortie du 25 circuit 7a qui délivre le signal V_a et l'interrupteur 8. Le circuit de retard 12 est placé entre la sortie du circuit 7a qui délivre le signal V_a et l'interrupteur 8.

Le perfectionnement de l'invention est basé sur le fait que l'énergie des photons de fluorescence est une grandeur connue en fonction du matériau absorbant. A cette fin, le circuit 10 comprend un circuit mémoire 5 dans lequel différentes valeurs d'amplitude de référence de photons de fluorescence sont mémorisées. Le signal VE délivré par le circuit de traitement 2 est alors comparé à ces différentes valeurs. Si l'évaluation de l'amplitude du signal VE conduit à 10 identifier le photon détecté comme photon de fluorescence, le signal délivré par le circuit d'évaluation 10 commande l'ouverture de l'interrupteur 11. La transmission du signal d'inhibition Vb vers les pixels voisins est alors interdite, laissant ainsi une 15 priorité de détection à ces pixels voisins.

Le circuit de retard 12 a pour fonction d'ajouter un délai dans la transmission de l'impulsion Va qui représente le photon de fluorescence. Ce délai donne le temps aux pixels détecteurs voisins de 20 transmettre au moins une impulsion de commande au circuit de commande 9. Sous l'action de la commande délivrée par le circuit 9, l'interrupteur 8 s'ouvre, empêchant ainsi le comptage de l'impulsion Va qui 25 représente le photon de fluorescence. Toutefois, si aucun ordre d'inhibition ne parvient des pixels détecteurs voisins, l'impulsion Va est comptée.

Il faut noter que le perfectionnement de l'invention ne peut être raisonnablement mis en œuvre que si l'élément 1 et les circuits de traitement 2 et 3 30 sont de suffisamment bonne qualité pour que l'amplitude de l'impulsion délivrée par le circuit de traitement 2

puisse être considérée comme représentative du dépôt d'énergie du photon détecté.

REVENDICATIONS

1. Détecteur de particules comprenant des moyens (1, 2, 3, 7a) pour délivrer une première impulsion électrique (Va) à partir d'une particule détectée, et des moyens de comptage (4) de premières impulsions électriques ainsi délivrées, caractérisé en ce qu'il comprend :
- des moyens (7b) pour créer, à partir d'une particule détectée, une deuxième impulsion électrique (Vb) constituant un signal d'inhibition de détection transmis à au moins un détecteur voisin pour empêcher que le détecteur voisin ne détecte la particule détectée qui correspond à la première impulsion électrique délivrée (Va), et
 - des moyens (8, 9) permettant d'inhiber la détection de particules sous l'action d'un signal d'inhibition provenant d'au moins un détecteur voisin.
2. Détecteur de particules selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens (8, 9) pour inhiber la détection de particules comprennent :
- un premier interrupteur (8) monté en amont des moyens de comptage (4), et
 - un circuit de commande (9) qui délivre un signal de commande du premier interrupteur (8) en fonction de signaux d'inhibition provenant de détecteurs voisins.

3. Détecteur de particules selon la revendication 2, caractérisé en ce que le circuit de commande (9) est une porte logique « NON OU » ou « OU » sur les entrées de laquelle sont appliquées les signaux 5 d'inhibition provenant de détecteurs voisins.

4. Détecteur de particules selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend :

- 10 - des moyens (10, 11) pour empêcher la transmission du signal d'inhibition (V_b) vers le détecteur voisin si la première impulsion électrique délivrée (V_a) correspond à une énergie prédéterminée, et
- 15 - des moyens (12) pour interdire le comptage de la première impulsion électrique délivrée qui correspond à l'énergie prédéterminée, sous l'action d'un signal d'inhibition issu d'un détecteur voisin et reçu dans une fenêtre temporelle de durée prédéterminée débutant avec la détection de la 20 première impulsion électrique (V_a).

5. Détecteur de particules selon la revendication 4, caractérisé en ce que les moyens (10, 11) pour empêcher la transmission du signal 25 d'inhibition vers le détecteur voisin comprennent :

- un deuxième interrupteur (11) qui reçoit sur une première borne la deuxième impulsion électrique (V_b) et dont une deuxième borne est reliée à au moins une entrée d'au moins un circuit de commande (9) d'un 30 détecteur voisin, et

un circuit d'évaluation (10) de l'énergie prédéterminée dont le signal de sortie constitue un signal de commande du deuxième interrupteur (11), et en ce que les moyens (12) pour interdire le comptage de la première impulsion (Va) comprennent des moyens de retard placés en amont du premier interrupteur (8).

6. Détecteur de particules selon l'une des revendications 4 ou 5, caractérisé en ce que l'énergie prédéterminée est une énergie de photon de fluorescence.

7. Détecteur de particules selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la deuxième impulsion électrique (Vb) a une durée (Tb) supérieure à la durée (Ta) de la première impulsion électrique (Va).

8. Dispositif de comptage de particules comprenant une pluralité de détecteurs de particules, caractérisé en ce que les détecteurs de particules sont des détecteurs selon l'une quelconque des revendications 1 à 7.

9. Dispositif de comptage de particules selon la revendication 8, caractérisé en ce que les détecteurs de particules sont agencés sous forme de matrice de détecteurs.

10. Dispositif de comptage selon la revendication 9, caractérisé en ce que les détecteurs

voisins d'un détecteur D_{ij} situé à l'intersection de la ligne de rang i et de la colonne de rang j de la matrice de détecteurs sont les détecteurs $D_{i(j-1)}$, $D_{i(j+1)}$, $D_{(i-1)j}$, $D_{((i+1)j)}$.

5

11. Procédé de lecture de matrice de détecteurs de particules, caractérisé en ce qu'il comprend, lorsqu'un premier détecteur détecte une particule, une étape d'inhibition d'au moins un deuxième détecteur de 10 particules voisin du premier détecteur de particules.

12. Procédé de lecture selon la revendication 11, caractérisé en ce qu'il comprend une étape pour évaluer si une première impulsion électrique (V_a) 15 délivrée par le premier détecteur de particules a une énergie prédéterminée et, si oui, pour ne pas mettre en œuvre l'étape d'inhibition et ne pas compter la première impulsion électrique délivrée (V_a) si le deuxième détecteur de particules détecte une particule 20 dans une fenêtre temporelle de durée prédéterminée débutant avec la détection de la première particule par le premier détecteur.

13. Procédé de lecture selon la revendication 25 12, caractérisé en ce que l'énergie prédéterminée est une énergie de photon de fluorescence.

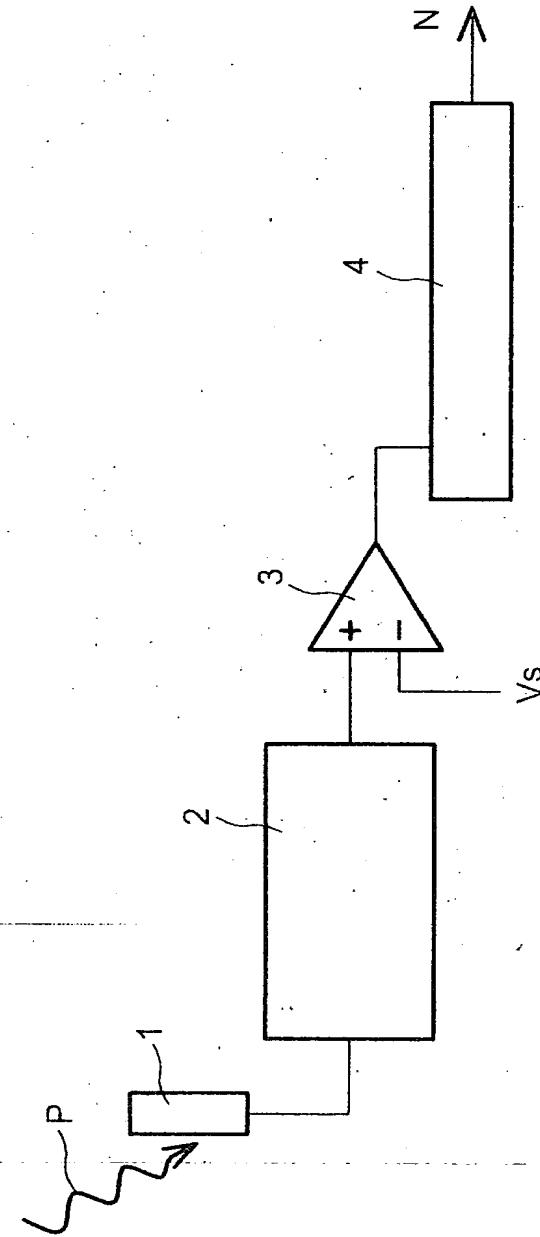


FIG. 1

2 / 5

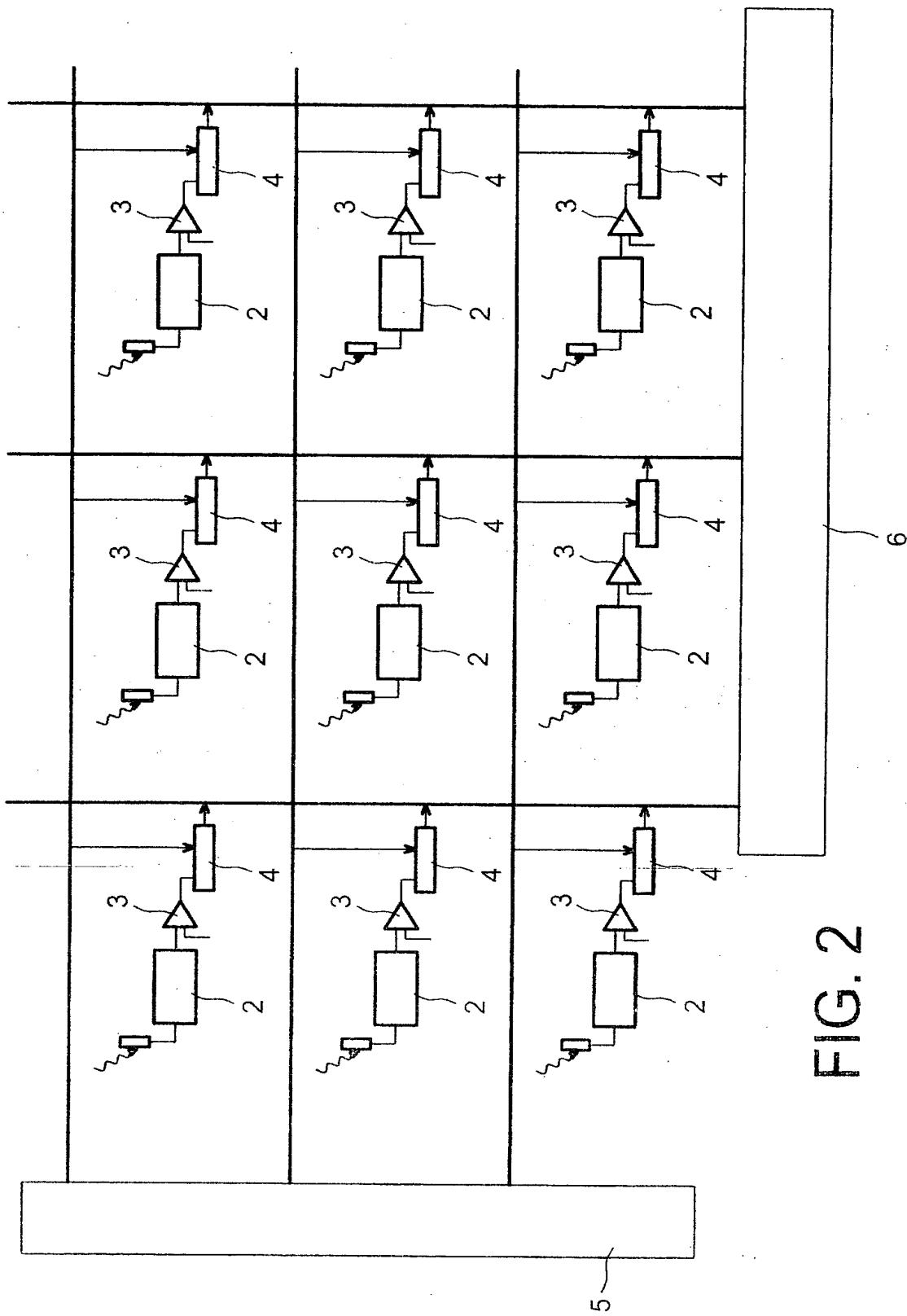


FIG. 2

3 / 5

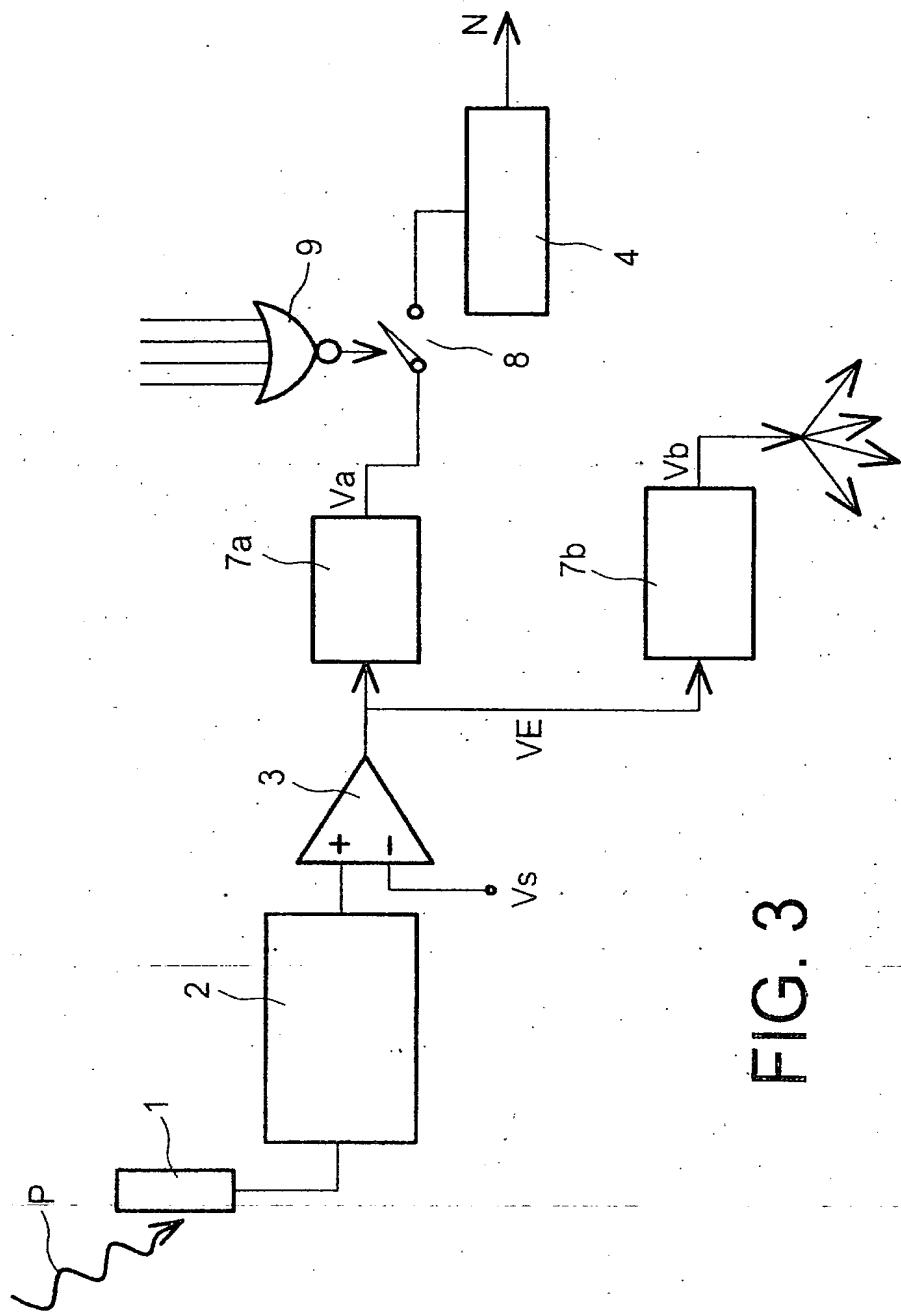
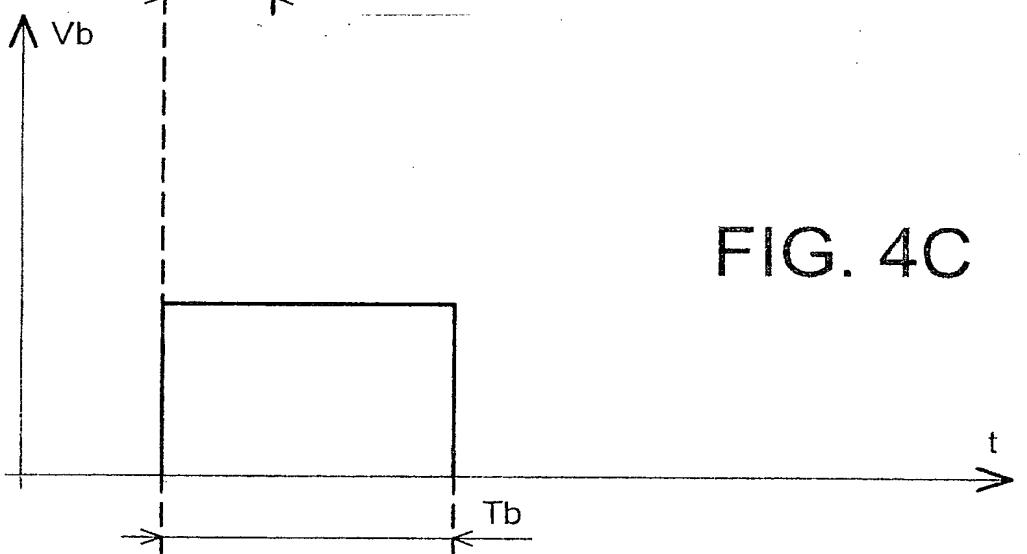
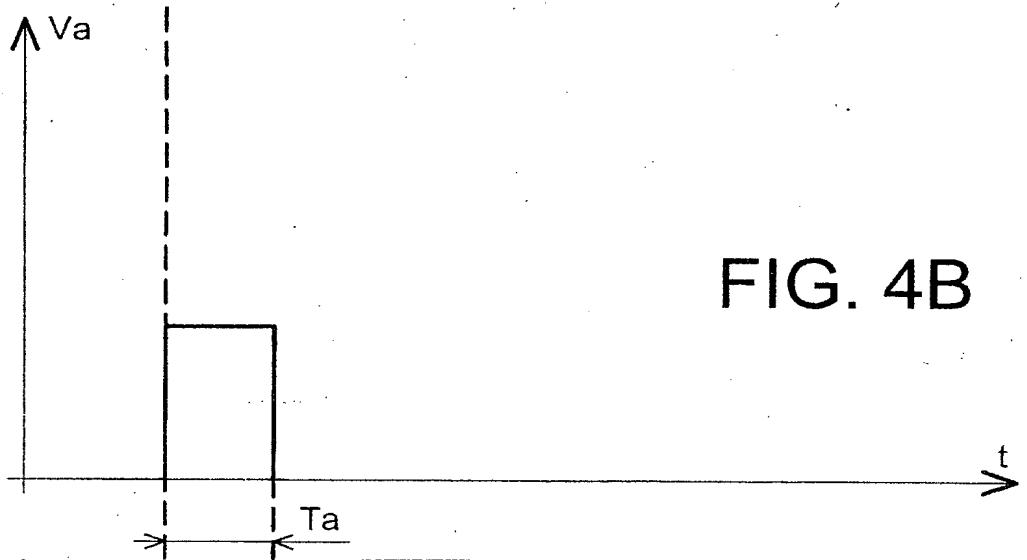
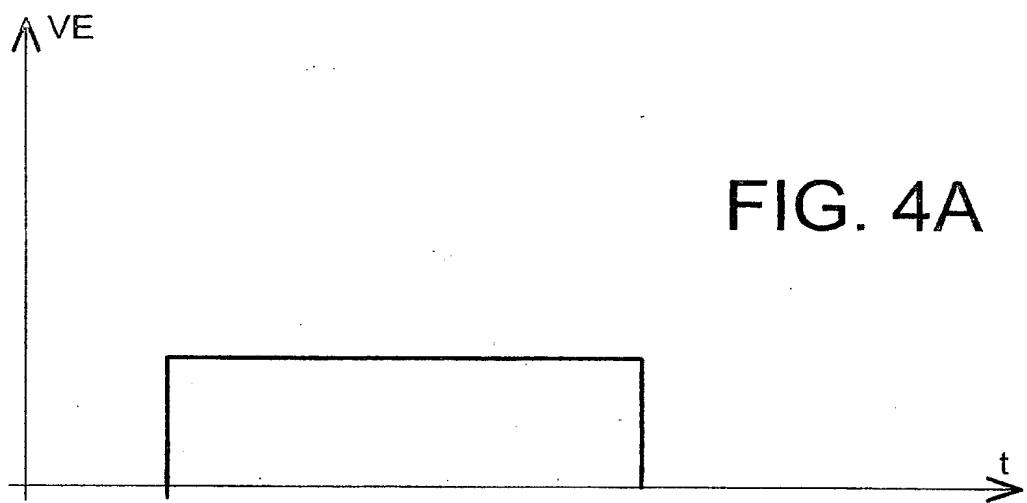


FIG. 3

4 / 5



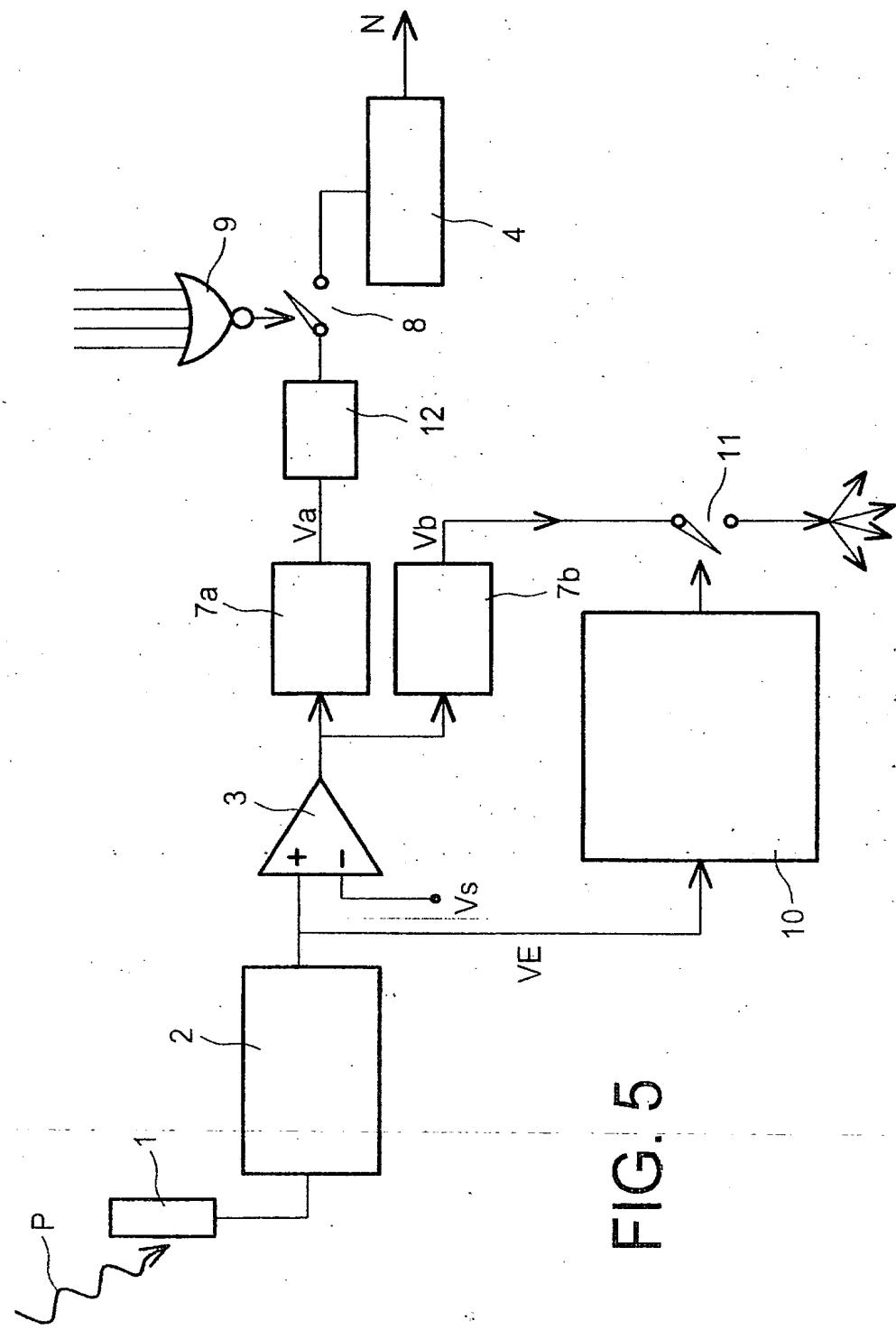


FIG. 5

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1.../1...

INV

(À fournir dans le cas où les demandeurs et
les inventeurs ne sont pas les mêmes personnes)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

08 113 947 / 27C601

Vos références pour ce dossier (facultatif)	B 14220.3/PR DD 2400
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL	02 A 4 832
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)	
DETECTEUR DE PARTICULES ET PROCEDE DE DETECTION DE PARTICULES ASSOCIE.	

LE(S) DEMANDEUR(S) :

COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE
31-33 rue de la Fédération
75752 PARIS

DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) :

1 Nom	ARQUES	
Prénoms	Marc	
Adresse	Rue	48, rue Maurice Barrès
	Code postal et ville	[3 1 8 1 1 0 1 0] GRENOBLE
Société d'appartenance (facultatif)		
2 Nom	BARDET	
Prénoms	Anthony	
Adresse	Rue	Villetroche
	Code postal et ville	[3 1 6 1 2 1 6 1 0] PAUDY
Société d'appartenance (facultatif)		
3 Nom		
Prénoms		
Adresse	Rue	
	Code postal et ville	[1 1 1 1 1 1]
Société d'appartenance (facultatif)		

S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez plusieurs formulaires. Indiquez en haut à droite le N° de la page suivi du nombre de pages.

DATE ET SIGNATURE(S)

DU (DES) DEMANDEUR(S)

OU DU MANDATAIRE

(Nom et qualité du signataire)

PARIS LE 27 Novembre 2002
P. RICHARD